



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office eur péen
des brevets

/889649

EP 00 / 326

REC'D 03 MARS 2000

WIPO

PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

99100899.6

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

I.L.C. HATTEN-HECKMAN

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE, 22/02/00
LA HAYE, LE

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:
Application no.: 99100899.6
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: 19/01/99
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München
GERMANY

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:

Verfahren zur Zeitsynchronisation eines Computerverbundes sowie entsprechendes Computerverbund

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

H04Q11/04

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

**Die ursprüngliche Bezeichnung der Anmeldung lautet:
VERFAHREN ZUR ZEITSYNCHRONISATION EINES COMPUTERVERBUNDES UND
COMPUTERVERBUND MIT ZEITSYNCHRONISATION**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Beschreibung

Verfahren zur Zeitsynchronisation eines Computerverbundes und
Computerverbund mit Zeitsynchronisation

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zeitsynchronisation
eines Computerverbundes, vorzugsweise eines
Vermittlungsrechnersystems, bestehend aus mindestens einem
Hauptcomputer (Master) mit jeweils mindestens einem

10 zugeordneten Nebencomputer (Slave), wobei jeder Computer über
mindestens eine interne Uhr verfügt, und wobei die Computer
über mindestens einen ATM-Bus (ATM = asynchron transfer mode)
verbunden sind.

15 Weiterhin betrifft die Erfindung einen Computerverbund,
vorzugsweise ein Vermittlungsrechnersystem, bestehend aus
mindestens einem Hauptcomputer (Master) mit jeweils
mindestens einem zugeordneten Nebencomputer (Slave), wobei
jeder Computer über mindestens eine interne Uhr verfügt, und
20 die Computer über mindestens einen ATM-Bus untereinander
verbunden sind.

Es ist derzeit kein Stand der Technik zu Echtzeit-
Prozeßrechner-Systemen, insbesondere

25 Vermittlungsrechnersystemen bekannt, bei denen eine
Zeitsynchronisierung der beteiligten Rechner des
Rechnerverbundes mit einer Genauigkeit bezüglich Datum und
Uhrzeit von mindestens +/- 50 msec und eines relativen
Zeitstempels von mindestens +/- 1 msec realisiert wird. Die
30 zur Zeit benutzten Vermittlungsrechnersysteme, wie
beispielsweise das Vermittlungsrechnersystem EWSX oder EWSX
der Anmelderin, sind entweder als Mono-Prozessor-Systeme oder
streng gekoppelte Multi-Prozessor-Systeme realisiert. Bei
dieser Art der Ausgestaltung ist eine besondere
35 Zeitsynchronisation aufgrund der strengen Kopplung der
Prozessoren, beziehungsweise des nur einen vorhandenen
Prozessor naturgemäß gegeben.

Im Zuge der allgemeinen Entwicklung sollen jedoch auch verteilte Echtzeit-Prozeßrechner-Systeme als Vermittlungsrechnersysteme eingesetzt werden. Aufgrund der

5 Anforderung für die Gebührenerfassung ist es notwendig, daß die in dem Prozeßrechner-System befindlichen Prozeßrechner über eine synchronisierte Zeit, bezüglich Datum und Uhrzeit verfügen, die einen maximalen Fehler von ± 50 msec aufweist. Diese Anforderung wird durch die Gebührenerfassung

10 begründet, da die Gebührenerfassung Tickets mit einer Zeitangabe an allen Rechnerkomponenten des verteilten Systems erstellt. Weiterhin ist es notwendig, aufgrund des internen Datentransportprotokolls des verteilten Systems einen relativen Zeitstempel - das heißt einen Zähler - mit einer

15 Genauigkeit von mindestens ± 1 msec für alle Rechner im Verbundsystem zu erreichen. Die relative Auflösung eines solchen Zeitstempels, das heißt der Zeitabstand von einem Zähler zum nächsten Zähler, liegt typischerweise in einem Bereich von etwa 10 msec. Der Zeitstempel wird benötigt, um

20 Nachrichtendurchlaufzeiten im System zu messen, zum Analysieren von Fehlverhalten, beziehungsweise Performance-Analysen im verteilten System, mit Hilfe von System-Tracern, durchzuführen. Um die Ereignisse aus den Trace-Ergebnissen zeitlich korrekt zuordnen zu können, wird ebenfalls eine

25 systemweite synchronisierte Uhrzeit, also ein entsprechend genauer Zeitstempel benötigt.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zur Zeitsynchronisation eines Computerverbundes, vorzugsweise

30 eines Vermittlungsrechnersystems und einen entsprechenden Computerverbund, vorzugsweise ein entsprechendes Vermittlungsrechnersystem, darzustellen, welches eine Zeitsynchronisation für Datum/Uhrzeit von mindestens ± 50 msec und für einen allgemeinen relativen Zeitstempel von

35 mindestens ± 1 msec erreicht, wobei keine direkte Verbindung zwischen den einzelnen Computern, sondern nur der ATM-Bus genutzt wird.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des jeweils ersten Verfahrensanspruches und des ersten Vorrichtungsanspruches erfüllt.

5

Bezüglich des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Zeitsynchronisation eines Computerverbundes, vorzugsweise eines Vermittlungsrechnersystemes, bestehend aus mindestens einem Hauptcomputer (Master) und jeweils mindestens einem zugeordneten Nebencomputer (Slave), wobei jeder Computer über mindestens eine interne Uhr verfügt, und die Computer über mindestens einen ATM-Bus (ATM = asynchron transfer mode) verbunden sind schlägt der Erfinder vor, daß es mindestens die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- 10
- 15 - der mindestens eine Hauptcomputer sendet mit einem N-ten Interrupt eine Sequenz von Interrupts, die mit einem festen Zeitintervall Δt gesendet werden, über den ATM-Bus eine Synchronisationsnachricht (Sync) mit einer Zeitangabe (TOD) aus, wobei die Zeitangabe der Zeit des Hauptcomputers zum
- 20 Zeitpunkt des N-ten Interrupts zuzüglich dem Zeitintervall Δt entspricht,
- der mindestens eine Nebencomputer liest mit guter Wahrscheinlichkeit die Synchronisationsnachricht über den ATM-Bus, stellt seine interne Uhr mit dem Auftreten des
- 25 nächsten Interrupts auf die übermittelte Zeit ein und sendet über den ATM-Bus eine Erfolgsmeldung (Ack) mit einer Kennung des Nebencomputers an den Hauptcomputer,
- der Hauptcomputer liest die Erfolgsmeldung und entscheidet aufgrund der Nachrichtenlaufzeit, ob die
- 30 Erfolgsmeldung rechtzeitig ausgesendet wurde,
- im Fall einer rechtzeitigen Aussendung wird der entsprechende Nebencomputer als synchronisiert definiert, und
- im Fall einer nicht rechtzeitigen Aussendung wird der entsprechende Nebencomputer als unsynchronisiert definiert.

35

Entsprechend einer Weitergestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens können auch zwischen den oben geschilderten

Interrupts weitere Interrupts auftreten, die im Verfahren zur Zeitsynchronisation nicht berücksichtigt werden.

Entsprechend dem Erfindungsgedanken kann der Hauptcomputer mit dem (N+2)-ten Interrupt erneut eine Zeitsynchronisierung gemäß dem oben genannten Verfahren durchführen, um eventuell beim ersten Durchscannen der Zeitsynchronisation nicht-synchronisierte Nebencomputer mit dem erneuten Durchführen der Zeitsynchronisation zu synchronisieren. Außerdem kann nach einem gewissen Zeitablauf, aufgrund von Gangdifferenzen der einzelnen Hardware-Uhren der einzelnen Computer des Computerverbundes eine relative Abweichung der Zeitmessung der einzelnen Computer entstehen, so daß eine erneute Synchronisation notwendig wird.

Es ist selbstverständlich, daß diese Zeitsynchronisierungen in bestimmten vorgegebenen Abständen wiederholt werden können, um den Computerverbund auf Dauer zeitsynchron zu halten.

Entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren kann im Hauptcomputer ein Erkennungsmechanismus für synchronisierte, beziehungsweise nicht-synchronisierte Computer etabliert werden, bei dem ein bestimmter Nebencomputer als synchronisiert gilt, wenn die Erfolgsmeldung zwischen dem (N+1)-ten und dem (N+2)-ten Interrupt beim Hauptcomputer eintrifft.

Auf diese Weise kann der Hauptcomputer - jeweils ohne sonstige besondere Verbindungen zu den Nebencomputern aufzunehmen - erkennen, welche Nebencomputer sich im synchronisierten Zustand, beziehungsweise im nicht-synchronisierten Zustand befinden.

Eine typische Größe des Zeitintervalls Δt , mit dem die Synchronisations-Interrupts gesendet werden, beträgt 23,5 msec. Die typische Genauigkeit des Zeitintervalls Δt ist

besser als einige nsec, die allerdings von der reinen Programmlaufzeit, die im Bereich einiger μ sec liegt, überlagert wird.

- 5 Eine weitere erfindungsgemäße Ausgestaltung des vorgestellten Verfahrens zur Zeitsynchronisierung besteht darin, daß weitere Hauptcomputer im Computerverbund vorgesehen sind, die wiederum einen, zumindest bezüglich der Systemzeit übergeordneten Computer aufweisen und untereinander nach dem
- 10 vorgenannten Verfahren synchronisiert werden. Hierdurch ist es möglich, auch einen größeren Rechnerverbund, der beispielsweise aus mehreren Clustern, jeweils bestehend aus einem Hauptcomputer und mehreren untergeordneten
- 15 Nebencomputern, so zu synchronisieren, daß zunächst die Hauptcomputer bezüglich ihrer Systemzeit synchronisiert werden und die Hauptcomputer wiederum ihre zugeordneten Nebencomputer selbständig - entsprechend dem vorgenannten Verfahren - synchronisieren.
- 20 Es ist allerdings darauf hinzuweisen, daß auch die Möglichkeit besteht, in einem Computerverbund, in dem alle Computer über einen ATM-Bus untereinander verbunden ist, einen einzigen Hauptcomputer zu definieren, der die Zeitsynchronisation über den ATM-Bus durchführt, so daß alle,
- 25 das heißt alle weiteren Hauptcomputer und alle Nebencomputer, sich auf diese Zeitsynchronisationsnachricht aufsynchronisieren. Will ein Hauptcomputer, der die Zeitsynchronisation nicht selbst auslöst, erkennen ob seine ihm zugeordneten Nebencomputer nun zeitsynchronisiert sind,
- 30 so besteht für ihn die Möglichkeit, den ATM-Bus bezüglich der Erfolgsmeldungen der einzelnen Nebencomputer abzuhören und entsprechend zu entscheiden, ob die ihm zugeordneten Nebencomputer zeitsynchronisiert sind oder nicht.
- 35 Auf vorteilhafte Weise kann in der übermittelten Zeit auch das Datum enthalten sein und in einer besonderen Ausführung der ATM-Bus ein AMX-Bus sein.

Neben dem erfindungsgemäßen Verfahren schlagen die Erfinder, entsprechend eines weiteren Erfindungsgedankens, vor, einen an sich bekannten Computerverbund, vorzugsweise eines

5 Vermittlungsrechnersystems, bestehend aus mindestens einem Hauptcomputer (Master) mit jeweils mindestens einem zugeordneten Nebencomputer (Slave), wobei jeder Computer über mindestens eine interne Uhr verfügt, und die Computer über mindestens einen ATM-Bus (ATM = asynchron transfer mode)

10 verbunden sind, dahingehend auszugestalten, daß

- der mindestens eine Hauptcomputer über Mittel verfügt, die mit einem N-ten Interrupt eine Sequenz von Interrupts, die mit einem festen Zeitintervall Δt gesendet werden, über den ATM-Bus eine Synchronisationsnachricht (Sync) mit einer
- 15 Zeitangabe (TOD) aussendet, wobei die Zeitangabe der Uhrzeit des Hauptcomputers zum Zeitpunkt des N-ten Interrupts zuzüglich dem Zeitintervall Δt entspricht,
- der mindestens eine Nebencomputer über Mittel zum Lesen der Synchronisationsnachricht über den ATM-Bus verfügt, wobei
- 20 seine interne Uhr mit dem Auftreten des nächsten Interrupts auf die übermittelte Zeit eingestellt wird und Mittel zum Senden einer Erfolgsmeldung (Ack) mit einer Kennung des Nebencomputers an den Hauptcomputer über den ATM-Bus aufweist,
- 25 - der Hauptcomputer Mittel zum Lesen der Erfolgsmeldung aufweist und über Entscheidungsmittel verfügt, die aufgrund der Nachrichtenlaufzeit entscheiden, ob die Erfolgsmeldung rechtzeitig ausgesendet wurde, wobei
- im Hauptcomputer ein Speichermittel vorgesehen ist, in dem im Fall einer rechtzeitigen Aussendung der entsprechende
- 30 Nebencomputer als synchronisiert definiert, und
- im Fall einer nicht rechtzeitigen Aussendung der entsprechende Nebencomputer als unsynchronisiert definiert abgelegt wird.

35

Erfindungsgemäß können auch neben den für die Zeitsynchronisation vorgesehen Interrupts weitere Interrupts

vorgesehen werden, die bei der Zeitsynchronisation nicht berücksichtigt werden.

In einer besonderen Ausführung des Computerverbundes kann
5 weiterhin vorgesehen werden, daß die Mittel des
Hauptcomputers zur Zeitsynchronisation über ein
Wiederholungsmittel verfügen, daß mit dem (N+2)-ten Interrupt
erneut eine Zeitsynchronisierung vornimmt. Dies ist besonders
wichtig, wenn die Zeitsynchronisation über eine längere Dauer
10 aufrecht erhalten werden soll.

Entsprechend einer besonderen, erfindungsgemäßen Ausführung
des Computerverbundes wird vorgeschlagen, daß das
Entscheidungsmittel des Hauptcomputers einen bestimmten
15 Nebencomputer als synchronisiert definiert, wenn die
Erfolgsnachricht zwischen dem (N+1)-ten und dem (N+2)-ten
Interrupt beim Hauptcomputer eintrifft. Eine typische Größe
des Zeitintervalls zwischen den Interrupts kann mit 23,5 msec
angegeben werden.

20 Entsprechend dem oben geschilderten Verfahren können auch
weitere Hauptcomputer im Computerverbund vorgesehen sein, die
wiederum einen, zumindest bezüglich der Systemzeit
übergeordneten Computer aufweisen und sich untereinander nach
25 dem vorgenannten Verfahren synchronisieren.

Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn die übermittelte
Zeit nicht nur die reine Tageszeit sondern auch das Datum
enthält.

30 In einer anderen typischen Ausgestaltung des
erfindungsgemäßen Computerverbundes kann der ATM-Bus ein AMX-
Bus ein.

35 Weitere Ausgestaltungen, zusätzliche Merkmale und Vorteile
der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung

eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen und aus den Unteransprüchen.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und
5 nachstehend noch zu erläuternden Merkmale der Erfindung nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

10 Die Erfindung soll nachfolgend, anhand der Zeichnung, näher erläutert werden.

Figur 1: Schematische Darstellung eines Computerverbundes;
Figur 2: Darstellung des erfindungsgemäßen
15 Verfahrensablaufes über die Zeitachse.

Die Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Computerverbundes mit beispielhaft dargestellten vier Computern 1 bis 4. Der Computer 1 stellt den Hauptcomputer
20 (Master) 1 dar, der über einen Prozessor (MP-Master = Main Prozessor-Master) 1.1, eine quartzgesteuerte Uhr (HW-Clock = Hardware Clock) 1.2 und eine Schnittstelle 1.3 zu einem AMX-Bus 5 über die ATM-Verbindungsleitung 1.4 verfügt.

25 Weiterhin sind die Nebencomputer 2 bis 3 dargestellt, die in ihrer Ausstattung ebenfalls jeweils über einen Prozessor 2.1 bis 4.1, eine Uhr 2.2 bis 4.2 und eine ATM-Schnittstelle 2.3 bis 4.3 verfügen. Auch die Nebencomputer 2 bis 4 sind jeweils über eine ATM-Verbindungsleitung 2.4 bis 4.4 an den AMX-Bus 5
30 angeschlossen.

Die Verbindungspfeile 6.1 bis 6.3 sollen verdeutlichen, daß die durchzuführende Zeitsynchronisation vom Hauptcomputer 1 ausgehend auf die Nebencomputer 2 bis 4 wirkt.

35 Die Figur 2 zeigt den Zeitverlauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Zeitsynchronisation, das mit dem

9

Computerverbund aus der Figur 1 durchgeführt werden kann. Von links nach rechts verlaufend ist die Zeitachse t dargestellt. Von oben nach unten angeordnet sind die vier Computer mit ihren Prozessoren 1.1 bis 4.1 aufgelistet. Entlang der

5 Zeitachse sind in der obersten Zeile die Zeitsynchronisations-Interrupts (ATM-ticks) angegeben, die in einem Zeitabstand Δt von 23,5 msec die Interrupts N bis $N+3$ aufweisen. Mit dem ersten Interrupt N versendet der Hauptcomputer 1 eine Synchronisationsnachricht mit der

10 aktuellen Zeit TOD zum Zeitpunkt des N -ten Interrupts zuzüglich 23,5 msec (TOD-S). Diese versendete Zeit TOD-S entspricht also dem Zeitpunkt, zu dem der $(N+1)$ -te Interrupt auftritt. Im Zeitverlauf wird die Synchronisationsnachricht (Sync), sowohl beim Nebencomputer 2 als auch beim

15 Nebencomputer 3 gelesen. Nach dem Erhalt dieser Synchronisationsnachricht stellen die beiden Computer 2 und 3 ihre internen Uhren 2.2 und 3.2 auf die übermittelte Zeit TOD-S mit Startbeginn beim $(N+1)$ -ten Interrupt. Außerdem versenden sie nach dem $(N+1)$ -ten Interrupt eine

20 Erfolgsmeldung (Ack) an den Hauptcomputer 1 mit der Information, daß die Synchronisationsnachricht erhalten und die Zeit an der internen Uhr entsprechend eingestellt wurde. Der dritte Nebencomputer 4 empfängt die Synchronisationsnachricht allerdings erst nach dem $(N+1)$ -ten

25 Interrupt, so daß er seine interne Uhr erst für den nächsten - das heißt für einen zu späten Interrupt - auf die übermittelte Zeit einstellt. Somit weist seine Systemzeit einen Fehler von $\Delta t = 23,5$ msec auf. Entsprechend versendet er auch die Erfolgsmeldung an den Hauptcomputer erst nach

30 dem $(N+2)$ -ten Interrupt.

Der Hauptcomputer registriert also zwischen dem $(N-1)$ -ten und dem $(N+2)$ -ten Interrupt, daß die beiden Nebencomputer 2 und 3 ihre internen Uhren 2.2 und 3.2, entsprechend der

35 Synchronisationsnachricht (Sync), synchronisiert haben, während vom Nebencomputer 3 noch keine Erfolgsmeldung (Ack) ausgesendet wurde. Somit weiß der Hauptcomputer, daß nur die

10

Nebencomputer 2 und 3 bezüglich ihrer Zeiteinstellung richtig synchronisiert wurden, während das Schicksal des Computers 3 offen bleibt. Nachdem der Hauptcomputer nach dem (N+2)-ten Interrupt die Erfolgsmeldung des Nebencomputers 3 erhält, weiß der Hauptcomputer, daß dieser Computer definitiv nicht richtig synchronisiert wurde. Mit dem (N+2)-ten Interrupt - das heißt also bei dem nächsten geradzahligen Interrupt - versendet der Hauptcomputer wiederum eine zweite Gruppe von Synchronisationsnachrichten mit der aktuellen Zeit zum Zeitpunkt des (N+2)-ten Interrupt zuzüglich 23,5 msec an den nicht synchronisierten Nebencomputer 4 des Computerverbundes und das Synchronisieren des Nebencomputers 4 mit der anschließenden Meldung an den Hauptcomputer beginnt von vorne. Zusätzlich können die folgenden Takte benutzt werden um andere, hier nicht dargestellte, noch nicht synchronisierte Computer zu synchronisieren.

Wird dieses Verfahren häufig genug wiederholt, so sind alle Nebencomputer mit dem Hauptcomputer zeitsynchronisiert. Die Ungenauigkeit der Zeiteinstellung hängt in diesem Falle nicht von dem Zeitverlauf der Nachricht vom Hauptcomputer zum Nebencomputer ab, sondern ist lediglich abhängig von der Genauigkeit des Zeitintervalls Δt zwischen den einzelnen Interrupts. Da die Unsicherheit dieses Zeitintervalls im Bereich von einigen wenigen nsec liegt, ist auch die Zeitsynchronisation durch das oben beschriebene Verfahren äußerst genau und entspricht somit auf jeden Fall den Anforderungen von ± 50 msec bezüglich der übermittelten Uhrzeit einschließlich Datum.

Wird zusätzlich zu der versendeten Uhrzeit auch ein Zeitstempel (das heißt ein Zähler) mit der Synchronisationsnachricht versendet, dessen Auflösung sich im Bereich von wenigen Millisekunden bewegt, so kann durch das oben beschriebene Verfahren auch der relative Zeitstempel der Computer des gesamten Computerverbundes mit einer Genauigkeit

GR 99 P 1069

11

eingestellt werden, die im Bereich der Auflösung des Zeitstempels liegt.

- Somit werden durch das beschriebene Verfahren die
- 5 Anforderungen bezüglich der Synchronisationszeit
(Datum/Uhrzeit: +/- 50 msec, relativer Zeitstempel: +/- 1 msec) erfüllt.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Zeitsynchronisation eines Computerverbundes, vorzugsweise eines

- 5 Vermittlungsrechnersystems, bestehend aus mindestens einem Hauptcomputer (Master) (1) mit jeweils mindestens einem zugeordneten Nebencomputer (Slave) (2, 3, 4), wobei jeder Computer (1, 2, 3, 4) über mindestens eine interne Uhr (1.2, 2.2, 3.2, 4.2) verfügt, und die Computer (1, 2, 3, 4) über
- 10 mindestens einen ATM-Bus (5) (ATM = asynchron transfer mode) verbunden sind, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
- der mindestens eine Hauptcomputer (1) sendet mit einem N-ten Interrupt eine Sequenz von Interrupts, die mit einem

15 festen Zeitintervall Δt gesendet werden, über den ATM-Bus (5) eine Synchronisationsnachricht (Sync) mit einer Zeitangabe (TOD-S) und gegebenenfalls einem Zeitstempel (Wert eines Zähler) aus, wobei die Zeitangabe der Uhrzeit (TOD) des Hauptcomputers zum Zeitpunkt des N-ten Interrupts zuzüglich

20 dem Zeitintervall Δt entspricht, - der mindestens eine Nebencomputer (2, 3, 4) liest mit guter Wahrscheinlichkeit die Synchronisationsnachricht (Sync) über den ATM-Bus (5), stellt seine interne Uhr (2.2, 3.2, 4.2) mit dem Auftreten des nächsten Interrupts auf die

25 übermittelte Zeit (TOD-S) ein und sendet über den ATM-Bus (5) eine Erfolgsmeldung (Ack) mit einer Kennung des Nebencomputers (2, 3, 4) an den Hauptcomputer (1), - der Hauptcomputer (1) liest die Erfolgsmeldung (Ack) und entscheidet aufgrund der Nachrichtenlaufzeit, ob die

30 Erfolgsmeldung (Ack) rechtzeitig ausgesendet wurde, - im Fall einer rechtzeitigen Aussendung wird der entsprechende Nebencomputer als synchronisiert definiert, und
 - im Fall einer nicht rechtzeitigen Aussendung wird der entsprechende Nebencomputer als unsynchronisiert definiert.
- 35

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Interrupts gemäß Anspruch 1 weitere

Interrupts auftreten können, die im Verfahren nicht berücksichtigt werden.

3. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptcomputer (1) mit dem
(N+2)-ten Interrupt erneut eine Zeitsynchronisierung gemäß
Anspruch 1 vornimmt.
4. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, daß ein bestimmter Nebencomputer
(2, 3, 4) als synchronisiert gilt, wenn die Erfolgsmeldung
(Ack) zwischen dem (N+1)-ten und dem (N+2)-ten Interrupt beim
Hauptcomputer (1) eintrifft
- 15 5. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß das Zeitintervall Δt 23,5
msec beträgt.
6. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, daß weitere Hauptcomputer im
Computerverbund vorgesehen sind, die wiederum einen,
zumindest bezüglich der Systemzeit übergeordneten Computer
aufweisen und untereinander nach dem vorgenannten Verfahren
synchronisiert werden.
- 25 7. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die übermittelte Zeit (TOD-S)
auch das Datum enthält.
- 30 8. Verfahren gemäß einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der ATM-Bus ein AMX-Bus ist.
9. Computerverbundes, vorzugsweise eines
Vermittlungsrechnersystems, bestehend aus mindestens einem
35 Hauptcomputer (Master) (1) mit jeweils mindestens einem
zugeordneten Nebencomputer (Slave) (2, 3, 4), wobei jeder
Computer (1, 2, 3, 4) über mindestens eine interne Uhr (1.2,

2.2, 3.2, 4.2) verfügt, und die Computer (1, 2, 3, 4) über mindestens einen ATM-Bus (5) (ATM = asynchron transfer mode) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß

- der mindestens eine Hauptcomputer (1) über Mittel
5 verfügt, die mit einem N-ten Interrupt einer Sequenz von Interrupts, die mit einem festen Zeitintervall Δt gesendet werden, über den ATM-Bus (5) eine Synchronisationsnachricht (Sync) mit einer Zeitangabe (TOD-S) und gegebenenfalls einem Zeitstempel (Wert eines Zählers) aussendet, wobei die
10 Zeitangabe der Uhrzeit (TOD) des Hauptcomputers zum Zeitpunkt des N-ten Interrupts zuzüglich dem Zeitintervall Δt entspricht,
 - der mindestens eine Nebencomputer (2, 3, 4) über Mittel
15 zum Lesen der Synchronisationsnachricht (Sync) über den ATM-Bus (5) verfügt, wobei seine interne Uhr (2.2, 3.2, 4.2) mit dem Auftreten des nächsten Interrupts auf die übermittelte Zeit (TOD-S) eingestellt wird und Mittel zum Senden einer Erfolgsmeldung (Ack) mit einer Kennung des Nebencomputers (2, 3, 4) an den Hauptcomputer (1) über den ATM-Bus (5)
20 aufweist,
 - der Hauptcomputer (1) Mittel zum Lesen der Erfolgsmeldung (Ack) aufweist und über Entscheidungsmittel verfügt, die aufgrund der Nachrichtenlaufzeit entscheiden, ob die Erfolgsmeldung (Ack) rechtzeitig ausgesendet wurde,
25 wobei
 - im Hauptcomputer (1) ein Speichermittel vorgesehen ist, in dem im Fall einer rechtzeitigen Aussendung der entsprechende Nebencomputer als synchronisiert definiert, und
 - im Fall einer nicht rechtzeitigen Aussendung der
30 entsprechende Nebencomputer als unsynchronisiert definiert abgelegt wird.

10. Computerverbund gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Interrupts gemäß Anspruch
35 1 weitere Interrupts vorgesehen sind, die bei der Zeitsynchronisation nicht berücksichtigt werden.

15

11. Computerverbund gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 9-10, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel des Hauptcomputers (1) zur Zeitsynchronisation über ein Wiederholungsmittel verfügen, das mit dem (N+2)-ten Interrupt
5 erneut eine Zeitsynchronisierung vornimmt.
12. Computerverbund gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 9-11, dadurch gekennzeichnet, daß das Entscheidungsmittel des Hauptcomputers (1) einen bestimmten Nebencomputer (2, 3,
10 4) als synchronisiert definiert, wenn die Erfolgsmeldung (Ack) zwischen dem (N+1)-ten und dem (N+2)-ten Interrupt beim Hauptcomputer (1) eintrifft.
13. Computerverbund gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 9-12, dadurch gekennzeichnet, daß das Zeitintervall Δt
15 23,5 msec beträgt.
14. Computerverbund gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 9-13, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Hauptcomputer
20 im Computerverbund vorgesehen sind, die wiederum einen, zumindest bezüglich der Systemzeit übergeordneten Computer aufweisen und sich untereinander nach dem vorgenannten Verfahren synchronisieren.
- 25 15. Computerverbund gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 9-14, dadurch gekennzeichnet, daß die übermittelte Zeit auch das Datum enthält.
- 30 16. Computerverbund gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 9-15, dadurch gekennzeichnet, daß der ATM-Bus ein AMX-Bus ist.

Zusammenfassung

Verfahren zur Zeitsynchronisation eines Computerverbundes und
Computerverbund mit Zeitsynchronisation

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Zeitsynchronisation
eines Computerverbundes durch einen Hauptcomputer, wobei zur
Synchronisation mit einem N-ten Interrupt ein Zeitsignal, das
dem Zeitpunkt des Interrupts zuzüglich eines Zeitintervalls

10

zwischen den Interrupts entspricht, auf einem ATM-Bus
gesendet wird und die zu synchronisierenden Nebencomputer mit
dem nächsten Interrupt ihre Uhr auf dieses gesendete
Zeitsignal einstellen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

EPO - Munich
48
19. Jan. 1999

Fig. 1



